



日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

後・旭  
US

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 6月29日

出願番号

Application Number:

特願2000-196619

出願人

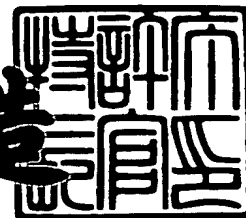
Applicant (s):

日本電気株式会社  
アネルバ株式会社

2001年 1月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3112806



特 2 0 0 0 - 1 9 6 6 1 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 34803428

【特記事項】 特許法第 3 0 条第 1 項の規定の適用を受けようとする特  
許出願

【提出日】 平成12年 6月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/31  
C23C 16/50

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 湯田 克久

【発明者】

【住所又は居所】 東京都府中市四谷五丁目 8 番 1 号 アネルバ株式会社内

【氏名】 野上 裕

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000227294

【氏名又は名称】 アネルバ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100071272

【弁理士】

【氏名又は名称】 後藤 洋介

【選任した代理人】

【識別番号】 100077838

【弁理士】

【氏名又は名称】 池田 憲保

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012416

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9001569

【プルーフの要否】 要



特 2 0 0 0 - 1 9 6 6 1 9

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リモートプラズマCVD装置及び膜形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 のガスのプラズマを形成するプラズマ生成領域が備えられ、前記プラズマ生成領域の外に被堆積基板を設置する基板保持機構と、前記プラズマ生成領域と前記被堆積基板との間で第 2 のガスを供給する供給手段とを有するプラズマCVD装置において、前記プラズマ生成領域と前記供給手段の間には複数の貫通孔が形成された多孔板が配置されており、前記貫通孔の開口率が 5 % 以下であることを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項 2】 前記多孔板はプラズマCVD装置チャンバ内壁との間に隙間を有することなく配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマCVD装置。

【請求項 3】 前記多孔板の各貫通孔の直径は 3 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマCVD装置。

【請求項 4】 前記多孔板の貫通孔同士の間隔は、前記多孔板と前記被堆積基板との距離以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のプラズマCVD装置。

【請求項 5】 前記プラズマ生成領域は、電氣的に接地された金属製プラズマ閉じ込め電極で仕切られていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のプラズマCVD装置。

【請求項 6】 前記多孔板が、電氣的に接地された金属製プラズマ閉じ込め電極となっていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のプラズマCVD装置。

【請求項 7】 前記多孔板には前記貫通孔と独立した中空部が形成されるとともに前記中空部に連通して前記被堆積基板に向かって開口された噴射孔が形成されており、前記噴射孔から前記第 2 のガスを供給することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のプラズマCVD装置。

【請求項 8】 前記多孔板を境界とする前記プラズマ生成領域側の領域と前記多孔板を境界とする前記被堆積基板側の領域とはそれぞれ独立した圧力調整

機構が配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のプラズマ CVD 装置。

【請求項 9】 前記第 1 のガスを酸素原子を含むガスとし、前記第 2 のガスをシリコン原子及び水素原子を含むガスとして、請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のプラズマ CVD 装置を用いて前記被堆積基板上に酸化シリコン膜を形成するようにしたことを特徴とする膜形成方法。

【請求項 10】 請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載のプラズマ CVD 装置を用い、前記多孔板を境界とする前記被堆積基板側の領域よりも前記多孔板を境界とする前記プラズマ生成領域側の方がその圧力が高い状態で、前記被堆積基板上に成膜処理を行うようにしたことを特徴とする膜形成方法。

【請求項 11】 前記第 1 のガスを酸素原子を含むガスとし、前記第 2 のガスをシリコン原子及び水素原子を含むガスとしたことを特徴とする請求項 10 に記載の膜形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマ CVD 装置及びこれを用いた膜形成方法に関し、特に、プラズマ生成領域と基板処理領域を分離または隔離するプラズマ CVD の成膜装置及び成膜方法に関し、プラズマ分解を意図しないガスをプラズマ生成領域に逆流させないようにした装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、プラズマダメージを抑制しながら基板への膜形成を行うプラズマ CVD 装置の 1 つに、プラズマ生成領域と基板処理領域を隔離するリモートプラズマ CVD 装置があり、これを用いた CVD 膜形成は、半導体デバイスプロセスにおいて高信頼性デバイスや高性能デバイスが作製可能な処理プロセスとして重要な技術となっている。

【0003】

大面積フラットパネルディスプレイのスイッチングトランジスタ形成プロセス

、駆動回路トランジスタ形成プロセス、及び大口径シリコンウエハプロセス等の大型基板に対応できるリモートプラズマCVD装置として、例えば、特開昭53-91665号公報に記載された平行平板リモートプラズマCVD装置が知られている。

## 【0004】

ここで、図12を参照して、従来の平行平板リモートプラズマCVD装置について説明する。

## 【0005】

図示の平行平板プラズマCVD装置では、基板30が設置される基板サセプタ20と高周波印加電極10との間に、複数の貫通孔（ラジカル通過孔）50が開口されたプラズマ閉じ込め電極80が設置されている。そして、このプラズマ閉じ込め電極80と高周波印加電極10との間で第1のガス100のプラズマ60を閉じこめている。

## 【0006】

このように、図示の平行平板プラズマCVD装置では、平行平板で発生させた大面積均一なプラズマを用いるため、基板処理に必要なラジカルの供給が大面積均一に行える。さらに、この平行平板プラズマCVD装置では、プラズマ分解しない第2のガスを電極面に均一に分布した中性ガス噴射孔90から供給しており、このため、拡散したラジカルとの反応による成膜処理を大面積均一に行うこともできる。

## 【0007】

図12に示す平行平板リモートプラズマCVD装置において、基板30上に、例えば、酸化シリコン膜を形成する例について説明する。ここでは、第1のガスとして酸素ガスをプラズマ生成領域に供給し、高周波印加電極10に高周波電力を印加して酸素プラズマを生成する。この酸素プラズマはプラズマ閉じ込め電極80によって高周波印加電極10との間に閉じ込められるため、ラジカル通過孔50を通して成膜領域へ供給されるのは、励起酸素原子、励起酸素分子、酸素原子、酸素分子、及びオゾンであり、酸素イオンや電子はほとんど供給されない。

## 【0008】

一方、第2のガスであるモノシランガスが中空構造であるプラズマ閉じ込め電極80内に供給され、プラズマ閉じ込め電極の基板側の面に開口された中性ガス噴射孔90からモノシランガスが供給される。プラズマ閉じ込め電極80と基板30との間において、励起酸素原子、励起酸素分子、酸素原子、酸素分子、及びオゾンとモノシランガスとの気相反応が起こり、 $\text{SiH}_x$ 、 $\text{SiH}_x\text{O}_y$ 、 $\text{SiO}_y$ 等の酸化シリコン前駆体が生成され、これらが基板上に付着し、さらに、基板上成長表面での酸化反応や熱解離等を経て基板上に酸化シリコン膜が成膜される。

## 【0009】

ここでは、ラジカル通過孔50及び中性ガス噴射孔90がプラズマ閉じ込め電極80上で面内均一に分布しているため、それぞれの孔から供給されるガスのフラックスの面内分布が均一になりやすい。従って、上述の気相反応も基板上空間で面内均一に起こり、酸化シリコン前駆体の基板上面内分布も均一となる。その結果、基板上に形成される酸化シリコン膜の膜質分布も面内均一となる。

## 【0010】

このように、プラズマダメージを抑制しながら基板面内均一性に優れる薄膜を形成することができる平行平板リモートプラズマCVDは、大型ガラス基板上薄膜トランジスタのゲート絶縁膜となる酸化シリコン膜や窒化シリコン膜、同様に、大型ガラス基板上薄膜トランジスタの活性層やゲート電極となる非晶質シリコン膜、さらに、大型Si基板上トランジスタ素子の層間絶縁膜となる酸化シリコン膜や窒化シリコン膜などを成膜する手法として有望視されている。

## 【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、リモートプラズマCVD技術のもう一つの特徴は、プラズマ分解するガスとプラズマ分解しないガスとに分けて材料ガスの供給ができることである。

## 【0012】

例えば、前述した酸素／モノシラン系CVDによる酸化シリコン形成の場合、モノシランをプラズマ分解してしまうと水素原子や水素分子が過剰に生成されて

しまい、酸化シリコン膜中に多量のHやOHを含んでしまうという問題が生ずる。しかしながら、前述したようにリモートプラズマCVDでは、酸素ガスのみをプラズマ分解して活性な酸素原子や酸素励起種を生成し、これと中性のモノシランを反応させることで成膜を行うことができるため、水素原子や水素分子の過剰生成を抑え、かつ、酸素原子や酸素励起種等による酸化力の強い雰囲気中で気相反応を生じさせることができる。

## 【0013】

従って、HやOHの含有量が少なく、化学量論的組成に近い高品質の二酸化シリコン膜を形成することができる。

## 【0014】

上述のリモートプラズマCVDの特徴を活かすためには、モノシランがプラズマ領域へ侵入するのを防止又は抑制する装置（機構）を開発する必要がある。つまり、図12に示す平行平板リモートプラズマCVD装置において、モノシランガスがプラズマ分解されるのを最小限に抑えるには、図13中に矢印で示すようなモノシランガスのプラズマ生成領域（プラズマ60）への逆流を抑える必要がある。即ち、プラズマ閉じ込め電極80とチャンバ壁70の隙間を逆流するモノシラン130や、ラジカル通過孔50を逆流するモノシラン131の量をでき得る限り抑えることが重要である。

## 【0015】

このような装置例として、ラジカル通過孔の開口部の面積の総和 $S_2$ と、プラズマ閉じ込め電極領域におけるガスの通過する面積 $S_1$ の関係を $0.8 \leq S_2 / S_1 \leq 1$ とした装置が、例えば、特開平8-45858号公報に記載されている。 $S_2 / S_1 = 1$ では、図14に示すように、プラズマ閉じ込め電極（メッシュプレート）81とチャンバ壁70との隙間がないことを意味しており、逆流するモノシラン132がプラズマ閉じ込め電極81とチャンバ壁70の間から酸素プラズマ生成領域170中へ逆流してプラズマ分解されることはない。

## 【0016】

しかしながら、特開平8-45858号公報に記載された手法では、プラズマ閉じ込め電極81に開口されたラジカル通過孔51を通過して酸素プラズマ生成領



域 1 7 0 中へ逆流するモノシラン 1 3 3 については考慮されておらず、依然としてモノシランがプラズマ分解されるという問題点がある。

【 0 0 1 7 】

本発明の目的は、プラズマ分解を意図しないガスをプラズマ生成領域に逆流させないリモートプラズマ C V D 装置及びリモートプラズマ C V D 成膜法を提供することにある。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため本発明は、第 1 のガスのプラズマを形成するプラズマ生成領域と、プラズマ生成領域外で被堆積基板を設置する基板保持機構を有し、かつプラズマ生成領域と被堆積基板の間で第 2 のガスを供給する手段を有するプラズマ C V D 装置において、プラズマ生成領域と第 2 のガスを供給する手段の間に複数の貫通孔が開口された多孔板が配置されており、前記貫通孔の開口率が 5 % 以下であることを特徴としている。

【 0 0 1 9 】

貫通孔の開口率を 5 % 以下に制限することで、供給された第 2 のガス（モノシラン等）が第 1 のガスのプラズマ（酸素プラズマなど）に逆流することが防止または抑制され、プラズマ分解される第 2 のガスの量を防止または抑制することができる。

【 0 0 2 0 】

また、本発明におけるプラズマ C V D 装置は、前記多孔板がプラズマ C V D 装置チャンバ内壁との間に隙間を持たずに設置されていることを特徴としている。貫通孔の開口率を 5 % 以下とし、かつチャンバ内壁と多孔板の間に隙間を持たせないことで、貫通孔を経由する第 2 のガスのプラズマ生成領域への逆流の防止または抑制だけでなく、チャンバ内壁と多孔板の間の隙間を経由する第 2 のガスのプラズマ生成領域への逆流をも防止することができる。

【 0 0 2 1 】

また、本発明におけるプラズマ C V D 装置は、前記多孔板の各貫通孔の直径が 3 m m 以下であることを特徴としている。前記多孔板において、板内全体の開口

率だけでなく貫通孔一つ一つの直径を制限することにより、貫通孔内のコンダクタンスを低くすることができる。コンダクタンスが低ければ、前記多孔板のガス供給側と被処理基板側の圧力差が大きくなり、圧力の低い領域で供給される第2のガスが圧力の高いプラズマ生成領域側へ逆流するのを防止または抑制することができる。

#### 【0022】

また、本発明におけるプラズマCVD装置は、前記多孔板の貫通孔同士の間隔が、貫通孔の中心を基準としたときに、前記多孔板と被堆積基板との距離以下であることを特徴としている。本発明において、第2ガスのプラズマ生成領域への逆流を防止または抑制するために前記多孔板の開口率や開口径を制限しているが、貫通孔の間隔が開きすぎると、多孔板を通過した第1のガス（ラジカル、励起種を含む）の被堆積基板上面内分布が貫通孔に対応した分布を持ってしまう。これを防ぐためには、孔同士の間隔を多孔板と被堆積基板の距離以下にする必要がある。これにより、多孔板を通った第1のガスの面内分布を犠牲にせずに、第2のガスがプラズマ生成領域側へ逆流するのを防止または抑制することができる。

#### 【0023】

また、本発明におけるプラズマCVD装置は、前記プラズマ生成領域が、電氣的に接地された金属製プラズマ閉じ込め電極で仕切られていることを特徴としている。プラズマを閉じ込めるための接地された金属製プラズマ閉じ込め電極でプラズマを閉じ込めることにより、プラズマ生成領域と被堆積基板の間に存在する荷電粒子の数を無視できる程度に抑えることが出来る。したがって、多孔板とプラズマ生成領域の間にはプラズマが存在せず、多孔板を通して逆流する第2のガスがわずかに存在したとしても、多孔板とプラズマ生成領域の間ではプラズマ分解されることが無い。

#### 【0024】

また、本発明におけるプラズマCVD装置は、前記多孔板自身が、電氣的に接地された金属製プラズマ閉じ込め電極となっていることを特徴としている。前述の接地された金属製プラズマ閉じ込め電極の機能を前記多孔板が兼ねることにより、第2のガスがプラズマ生成領域に逆流しづらい構造であっても、装置構造が

複雑化するのを避けることができる。

【 0 0 2 5 】

また、本発明におけるプラズマCVD装置は、前記多孔板が前記貫通孔と独立した中空部を有しており、前記中空部は被堆積基板に向かって開口された噴射孔を有しており、前記噴射孔から第2のガスを供給することを特徴としている。第2ガス供給の機能を前記多孔板が兼ねることにより、第2のガスがプラズマ生成領域に逆流しづらい構造であっても、装置構造が複雑化するのを避けることができる。また、多孔板が第2ガス供給の機能および接地された金属製プラズマ閉じ込め電極の機能の両方を兼ねていれば、さらに装置構造は単純化する。

【 0 0 2 6 】

また、本発明におけるプラズマCVD装置は、前記多孔板を境とするプラズマ生成領域側と、多孔板を境とする被堆積基板側の領域とには、それぞれ独立した圧力調整機構が具備されていることを特徴としている。前記多孔板の開口率および貫通孔の径を制限し、さらに前記多孔板とチャンバ内壁との隙間を無くすことによって、前記多孔板を境に（被堆積基板側の圧力）＜（プラズマ生成領域側の圧力）の関係を持つ圧力差が生じやすくなる。しかし、プラズマ生成領域の圧力が過剰に高くなると、生成した励起酸素や酸素原子が消滅し易くなり、第2ガス供給領域に十分な量の励起酸素や酸素原子を供給できなくなってしまう。本発明のように、前記多孔板を境とするプラズマ生成領域側と、多孔板を境とする被堆積基板側の領域とに、それぞれ独立した圧力調整機構が設けられていれば、それぞれの領域を所望の圧力に設定することができる。

【 0 0 2 7 】

また、本発明における膜形成方法は、第1のガスを酸素原子を含むガスとし、第2のガスをシリコン原子および水素原子を含むガスとして、上記に記載の多孔板を有するプラズマCVD装置を用いて被処理基板上に酸化シリコン膜の形成を行うことを特徴としている。シリコン原子および水素原子を含むガスがプラズマ生成領域へ逆流するのを防止または抑制できるため、形成される酸化シリコン膜に含まれるHまたはOHの量を低く抑えることができる。

【 0 0 2 8 】

また、本発明における膜形成方法は、上記に記載のプラズマCVD装置を用い、多孔板を境とする被処理基板側の領域よりも多孔板を境とするプラズマ生成領域側の方が圧力が高い状態で、被処理基板上に成膜処理を行うことを特徴としている。また、この膜形成方法において、第1のガスを酸素原子を含むガス、第2のガスをシリコン原子および水素原子を含むガスとすることを特徴としている。シリコン原子および水素原子を含むガスがプラズマ生成領域へ逆流するのを防止できるプラズマCVD装置において、プラズマ生成領域の過剰な圧力上昇を防ぐことができるため、十分な量の酸素励起種および酸素原子の供給下でシリコン原子および水素原子を含むガスとの気相反応を行うことができるため、高品質の酸化シリコン膜を形成することができる。

【 0 0 2 9 】

【発明の実施の形態】

以下本発明について実施の形態に基づいて説明する。

ここでは、酸素とモノシランの反応を用いるリモートプラズマCVDによる酸化シリコン膜形成を例として説明する。

【 0 0 3 0 】

図1に示すリモートプラズマCVD装置は、真空排気可能な真空チャンバを備えており、この真空チャンバ内には、酸素プラズマ生成領域170が規定される。さらに、真空チャンバ内には、基板30が設置される基板サセプタ20、酸素ラジカル通過孔（貫通孔）190を有する多孔板220、リング状モノシランインジェクタ200が備えられている。

【 0 0 3 1 】

図示のように、多孔板220は、リング状モノシランインジェクタ200と酸素プラズマ生成領域170との間に位置しており、チャンバ内壁70と多孔板220との間に隙間はない。

【 0 0 3 2 】

図1に示すリモートプラズマCVD装置では、プラズマの生成手法として、高周波パワーが印加可能なアンテナ230を誘電体窓240上に設置した誘導結合放電を用いている（なお、誘導結合放電の代わりに、例えば、容量結合による放

電、マイクロ波放電等の手法を用いてもよく、使用する放電手法に応じてプラズマ生成領域周辺に適切な放電機構が備えられることになる）。

#### 【 0 0 3 3 】

図 1 に示す例では、プラズマ生成領域 1 7 0 が基板 3 0 から空間的に十分離れており、プラズマ生成領域 1 7 0 におけるイオン密度及び電子密度は、プラズマ生成領域から基板に向かって急激に減少するため、基板 3 0 付近でのイオンや電子の密度は無視できる程度である。

#### 【 0 0 3 4 】

ここで、図 2 に多孔板 2 2 0 の平面図を示す。多孔板 2 2 0 には、プラズマ生成領域 1 7 0 で生成された酸素原子、励起酸素原子、励起酸素分子、酸素分子、及びオゾンを経基板側へ通過させるための酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 0 が面内に多数開口されている。貫通孔 1 9 0 の分布は、図 2 に示すような面内均一な開口手法に限らず、中心部の開口率が高い分布、周辺部の開口率が高い分布等、どのような分布でもよい。

#### 【 0 0 3 5 】

図 2 に示す多孔板 2 2 0 において、開口部の開口率は 5 % 以下となっており、このため、リング状モノシランインジェクタ 2 0 0 から供給されたモノシランガス 1 4 0 が酸素プラズマ生成領域 1 7 0 へ侵入するのを多孔板 2 2 0 が防止又は抑制することになる。

#### 【 0 0 3 6 】

例えば、多孔板 2 2 0 が 4 0 0 m m × 5 0 0 m m の大きさで、多孔板に 1 0 0 個の酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 0 を設けたとすると、その開口部の直径が 1 1 m m 程度で開口率 5 % となる。

#### 【 0 0 3 7 】

いま、酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 0 が直径 1 1 m m、長さ 2 0 m m の円筒形であって、流量 1 S L M の酸素ガスをプラズマ生成領域に供給し、基板 3 0 が設置されている成膜領域の圧力が 3 0 P a になるように真空排気制御をした際、多孔板 2 2 0 を境に酸素プラズマ生成領域 1 7 0 側の圧力は 3 5 P a 程度になる。

## 【 0 0 3 8 】

このように、多孔板 2 2 0 を境界にプラズマ生成領域側よりも成膜領域側の方が圧力が低くなるため、成膜領域側で供給されるモノシランガス 1 4 0 が酸素ラジカル通過孔 1 9 0 を通って酸素プラズマ生成領域 1 7 0 に侵入することが防止又は抑制できる。

## 【 0 0 3 9 】

なお、前述したように、多孔板 2 2 0 はチャンバ内壁との間に隙間を有しないから、モノシランガス 1 4 0 がプラズマ領域側へ逆流する経路は酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 0 のみであり、この孔の開口率を上述のように制限することが重要である。

## 【 0 0 4 0 】

モノシランガス 1 4 0 がプラズマ生成領域に逆流する可能性をより低くするためには、酸素ラジカル通過孔 1 9 0 の直径 R を小さくすればよく、3 mm 以下程度にすれば効果的である。酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 0 が 1 0 0 個開口された図 2 に示す多孔板 2 2 0 において、酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 0 の直径が 2 mm、長さが 1 0 mm の場合、上記の例と同様に、流量 1 S L M の酸素ガスをプラズマ生成領域に供給し、成膜領域の圧力が 3 0 P a になるように真空排気制御をした際、多孔板 2 2 0 を境に酸素プラズマ生成領域 1 7 0 側の圧力は 5 8 P a 程度になる。

## 【 0 0 4 1 】

このように、酸素ラジカル通過孔の長さが一定の時、孔の径を小さく制限すれば、多孔板を境界にしてプラズマ領域側と成膜領域側との圧力差を大きくすることができ、モノシランガスのプラズマ領域側への逆流をより効果的に抑えることができる。

## 【 0 0 4 2 】

なお、多孔板 2 2 0 の酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 0 の開口率や開口径を制限した際に、酸素ラジカル通過孔（貫通孔）同士の間隔が離れすぎると、多孔板 2 2 0 を通過した励起種及びラジカルを含む酸素ガス 2 1 0 の基板付近での面内分布が、図 3 に示すように貫通孔に対応した分布を持ってしまう。これは、

図 2 に示す貫通孔同士の距離  $D$ 、 $D'$  及び  $D''$  が、図 1 中に示す多孔板 220 と基板 30 との距離  $H$  より長い場合、酸素ラジカル通過孔（貫通孔）190 から基板に向かって供給される励起種及びラジカルを含む酸素ガス 210 が横方向の十分な拡散が行われる前に基板に到達してしまうからである。

## 【0043】

モノシランガスが供給されている雰囲気中に励起種及びラジカルを含む酸素ガス 210 が供給された場合には、 $SiO_xH_y$ 、 $SiH_y$ 、 $SiO_x$  等の酸化シリコン前駆体の横方向拡散が十分に起こる前に基板に到達してしまうため、基板上に形成される酸化シリコン膜の基板面内分布も、図 3 に示すようなプロファイルとなってしまふ。これを防ぐためには、前記距離  $D$ 、 $D'$  及び  $D''$  を、前記距離  $H$  以下にする必要がある。前記距離  $D$ 、 $D'$  及び  $D''$  が短ければ短いほど励起種及びラジカルを含む酸素ガス 210 の分布は均一になるが、短すぎると酸素ラジカル通過孔（貫通孔）の開口率が大きくなってしまふため、距離  $D$ 、 $D'$  及び  $D''$  は、酸素ラジカル通過孔（貫通孔）の開口率及び開口径を考慮して設定する必要がある。

## 【0044】

次に、酸化シリコン膜の形成について説明する。ここでは、開口径 2 mm で長さ 10 mm の円筒形酸素ラジカル通過孔（貫通孔）190 が 100 個開口された 400 mm × 500 mm の多孔板 220 を用いた例について説明する。貫通孔同士の距離は、図 2 に示す  $D$  に相当する距離が約 46 mm、 $D''$  に相当する距離が約 36 mm、 $D'$  に相当する距離が約 58 mm である。

## 【0045】

まず、真空排気された CVD チャンバー内に 1 SLM の流量で酸素ガス 150 を導入し、基板 30 付近の圧力が 30 Pa になるように排気能力を制御する。前述の多孔板 220 を用いた結果、多孔板 220 を境にプラズマ生成領域側の圧力は 58 Pa となっており、基板 30 の位置する成膜領域の約 2 倍の圧力となっている。

## 【0046】

次に、アンテナ 230 に高周波電力を印加して酸素プラズマを形成する。酸素

プラズマ生成領域 1 7 0 は基板 3 0 から十分離れた距離にあり、かつ、開口径の小さい酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 0 を有する多孔板 2 2 0 が基板 3 0 と酸素プラズマ生成領域 1 7 0 の間に位置しているため、酸素プラズマ生成領域 1 7 0 中でのプラズマ密度が  $10^8 \sim 10^{10} \text{ cm}^{-3}$  程度であるのに対し、多孔板 2 2 0 と基板 3 0 との間の領域のプラズマ密度は  $10^6 \text{ cm}^{-3}$  以下となっている。即ち、酸素プラズマ生成領域 1 7 0 中では電子、酸素原子イオン、酸素分子イオン、酸素原子、励起酸素原子、励起酸素分子、酸素分子、及びオゾン等が存在するが、多孔板 2 2 0 と基板 3 0 との間の領域に達する電子及びイオンの量は無視できる程度である。

## 【 0 0 4 7 】

成膜領域に噴射されるモノシランガス 1 4 0 と反応して酸化シリコン膜成膜に寄与するのは、酸素原子、励起酸素原子、励起酸素分子、酸素分子、及びオゾンである。これらの励起種及びラジカルを含む酸素ガス 2 1 0 は酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 0 を通って成膜領域に拡散し、リング状モノシランインジェクタ 2 1 0 から流量 5 S C C M で噴射されたモノシラン 1 4 0 と反応して  $\text{SiO}_x$ 、 $\text{SiO}_x\text{H}_y$ 、 $\text{SiH}_y$  等の酸化シリコン前駆体を形成する。そして、基板 3 0 上に酸化シリコン膜が形成される。

## 【 0 0 4 8 】

ここで、リング状モノシランインジェクタ 2 0 0 から噴射されたモノシラン 1 4 0 は、多孔板 2 2 0 の方向にも拡散して酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 0 にも到達するが、前述したような圧力差が多孔板 2 2 0 を境界として存在しているため、モノシラン 1 4 0 が酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 0 を通って酸素プラズマ生成領域 1 7 0 側へ通り抜けることはほとんどない。

## 【 0 0 4 9 】

従って、モノシランガスが直接プラズマ分解されることがないため、水素や励起水素が成膜領域での気相反応に寄与することはほとんどなく、形成される酸化シリコン膜中に含有される H や O H の量も低く抑えられる。

## 【 0 0 5 0 】

なお、図 1 中の H に相当する距離は 1 0 0 m m であり、H は前述の距離 D、D



、及びD'の2倍以上であるため、励起種及びラジカルを含む酸素ガス210や気相で形成された酸化シリコン前駆体の基板上面内分布は均一となり、基板30上に面内均質な酸化シリコン膜を形成することができる。

#### 【0051】

さらに、前述したように、多孔板220と基板30との間のプラズマ密度は非常に低くなっているため、通常の平行平板プラズマCVDに比べて基板30へのプラズマダメージは非常に低くなっている。この効果は、基板表面がMOS界面を形成するシリコン表面の場合には顕著に現れ、通常の平行平板プラズマCVDで単結晶シリコン基板上に酸化シリコン膜を形成した場合にそのMOS界面準位密度がミッドギャップ付近で $10^{11} \sim 10^{12} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ であるのに対し、本リモートプラズマCVDで酸化シリコン膜を形成した場合には、 $10^{10} \text{ cm}^{-2} \text{ eV}^{-1}$ 台の低界面準位密度となる。

#### 【0052】

なお、図1に示す装置では、酸素プラズマ生成領域170と基板30との距離を十分に離すことで基板へのプラズマダメージを抑制していたが、例えば、図4に示すように電氣的に接地された金属製のプラズマ閉じ込め電極82でプラズマを効率よく閉じ込めるようにすれば、多孔板220と基板30との間のプラズマ密度をより低減することができる。プラズマ閉じ込め電極82が効率よくプラズマを閉じ込めるためには、開口部の大きさがプラズマのデバイ長と同程度またはそれ以下となっていればよい。

#### 【0053】

さらに他の例として、図5に示すように、多孔板自体を電氣的に接地した金属製多孔板250とし、このプラズマ閉じ込め多孔板250で酸素プラズマの閉じ込めとモノシランガスのプラズマ生成領域への逆流防止の2つの役割を果たすこともできる。この構造の最大の利点は、モノシランがプラズマ生成領域へ逆流しづらい構造であっても、装置構造が複雑化しないことである。プラズマ閉じ込め多孔板250の構造は、図2に示す多孔板220の構造と同様であるが、酸素ラジカル通過孔191はプラズマ閉じ込めの役割を果たすために酸素プラズマのデバイ長程度以下のサイズであることが必要である。

## 【 0 0 5 4 】

図 2 に示す例において、開口径 2 mm、長さ 1 0 mm の円筒状酸素ラジカル通過孔（貫通孔）1 9 0 が 1 0 0 個開口された 4 0 0 mm × 5 0 0 mm の多孔板を用い、酸素ガスを 1 S L M 供給して基板領域を 3 0 P a に調節したところ、プラズマ生成領域が 5 8 P a になることを説明したが、この多孔板を金属製として、電氣的に接地して、図 5 に示すプラズマ閉じ込め多孔板 2 5 0 とすれば、酸素ガス 1 S L M、基板領域 3 0 P a の条件で、酸素プラズマ生成領域 1 7 2 の圧力は同様に 5 8 P a 程度となる。ここで、1 3 . 5 6 M H z の高周波電力を 1 W / c m <sup>3</sup> 程度印加してプラズマ密度 1 0 <sup>8</sup> c m <sup>-3</sup>、電子温度 1 0 <sup>5</sup> K 程度の酸素プラズマを生成した場合のデバイ長は 2 mm 程度であり、酸素ラジカル通過孔の径と同程度となる。従って、開口径 2 mm、長さ 1 0 mm の円筒状酸素ラジカル通過孔（貫通孔）1 9 1 が、1 0 0 個開口された 4 0 0 mm × 5 0 0 mm の多孔板をプラズマ閉じ込め多孔板 2 5 0 とすれば、モノシランガスの逆流防止とプラズマの効果的な閉じ込めを両立することができる。

## 【 0 0 5 5 】

さらに他の例について、図 6 乃至図 1 0 を参照して詳細に説明する。

## 【 0 0 5 6 】

図 6 に示すリモートプラズマ C V D 装置と図 5 に示す装置の差異は、リング状モノシランインジェクタ 2 1 0 がなく、図 5 に示すプラズマ閉じ込め多孔板 2 5 0 がモノシランインジェクタの役割をも果たしている点である。つまり、図 6 に示すリモートプラズマ C V D 装置では、プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 2 6 0 が備えられていることになる。

## 【 0 0 5 7 】

このような構成とすることによって、さらに装置構造を単純化することができる。とともに、モノシランガス供給の基板面上分布の均一化も実現することができる。

## 【 0 0 5 8 】

ここで、プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 2 6 0 の構造を図 7 の断面図及び図 8 の平面図に示す。酸素ラジカル通過孔（貫通孔）1 9 2 の構

造については、前述のプラズマ閉じ込め多孔板 2 5 0 の酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 1 と同様である。プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 2 6 0 の特徴は、図 7 に示すように、プラズマ閉じ込め多孔板上部板 3 1 0 とプラズマ閉じ込め多孔板下部板 3 2 0 とで挟まれた空間が中空部 3 6 0 となっており、この中空部 3 6 0 が酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 2 とは独立した構造になっていることである。

## 【 0 0 5 9 】

図示の例では、この中空部 3 6 0 にモノシラン 1 4 0 が供給され、成膜領域に向かって開口されたモノシラン噴射孔 1 2 1 を通してモノシラン 1 4 0 が供給される。図 7 には示されていないが、中空部 3 6 0 は繋がった空間であり、モノシランガスはこの中空部 3 6 0 で面内均一化され、図 8 に示すようにプラズマ閉じ込め多孔板下部板 3 2 0 に面内均一に開口されたモノシラン噴射孔 1 2 1 から成膜領域へ供給されることになる。

## 【 0 0 6 0 】

さらに、モノシランガスを基板面直上で均一に供給するためには、プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 2 6 0 の中空部 3 6 0 内に、モノシランガスを均一化するための拡散板を設ければよい。

## 【 0 0 6 1 】

図 9 及び図 1 0 に拡散板を設置した例を示す。図 6 に示すように、モノシランガスはチャンバ外部からプラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 2 6 0 の側面を通して供給されるため、中空部 3 6 0 内で均一化する前にモノシラン噴射孔 1 2 1 から噴射されやすくなっている。これを防ぐために、図 9 に示すように、中空部 3 6 0 に第 1 の拡散板 3 3 0 と第 2 の拡散板 3 4 0 とを設け、モノシランガスが均一化する時間を与えるとともに、拡散板に開口するモノシラン拡散通過孔 3 5 0 の開口分布を、図 1 0 に示すように面内均一とせず、中空部で均一化しやすい開口分布を持たせる。これによって、最終的にモノシラン噴射孔 1 2 1 から噴射される時点で面内均一な噴射を可能にする。なお、拡散板の数は 2 枚に限らず、1 枚でも 3 枚以上でもよい。

## 【 0 0 6 2 】

このように、プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 2 6 0 にモノシランのプラズマ生成領域への逆流防止、プラズマ閉じ込め、及びモノシラン噴射の 3 つの役割を持たせることで、単純な構造のリモートプラズマ C V D 装置を用いた高品質な酸化シリコン膜の形成が可能となる。

## 【 0 0 6 3 】

次に図 1 1 を参照して、リモートプラズマ C V D 装置の他の例について説明する。図 1 1 の装置構造は図 6 に示すプラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 2 6 0 を有するリモートプラズマ C V D 装置と類似しており、異なるのは、真空排気系が 1 系統でなく、2 系統を有していることである。前述したように、真空排気系を基板側に 1 系統有する装置では、酸素ラジカル通過孔（貫通孔）の開口径と孔長が決まると、ある酸素ガス流量とある成膜領域圧力に対して、プラズマ生成領域の圧力は決まった値を持ってしまう。従って、プロセス条件の自由度が制限されてしまう。

## 【 0 0 6 4 】

さらに、本発明では、多孔板の酸素ラジカル通過孔（貫通孔）の開口率や開口径を制限し、加えて、多孔板とチャンバ内壁との隙間を無くすことによって多孔板を境に、（被堆積基板側の圧力）>（プラズマ生成領域側の圧力）の関係をもつ圧力差を生じやすくさせている。この圧力差は、被堆積基板側圧力一定の下では、開口径を狭める程、孔長を長くする程、またプラズマ生成領域に供給する酸素の流量を多くするほど大きくなり、プラズマ生成領域側の圧力が高くなる。

## 【 0 0 6 5 】

プラズマ生成領域側の圧力が過剰に高くなると、酸素プラズマ生成領域 1 7 4 中の平均自由行程が短くなるため、酸素プラズマ生成領域 1 7 4 中で生成した酸素原子、励起酸素原子、励起酸素分子、酸素分子、及びオゾンの内、励起酸素原子、励起酸素分子、酸素原子が消滅しやすくなり、成膜領域に供給される酸素ガス（ラジカル、励起種を含む）中で酸素分子の比率が高くなってしまう。

## 【 0 0 6 6 】

酸素分子の比率の多い酸素ガス（ラジカル、励起種を含む）とモノシランの反応では、 $\text{SiO}_x$  の重合生成物が形成されやすく、低密度の酸化シリコン膜とな

るだけでなく、膜成長表面での酸化も抑制されるため、 $\text{SiH}_x$ や $\text{SiH}_x\text{O}_y$ 等が膜中に残されやすく、HやOHを多く含む、低品質の酸化シリコン膜が形成されてしまう。

## 【 0 0 6 7 】

従って、図 1 1 に示す例では、酸素プラズマ生成領域の圧力値選択の自由度制限、並びに酸素プラズマ生成領域の圧力過剰上昇という点を解消するため、多孔板を境界としたプラズマ生成領域側及び多孔板を境とした被堆積基板側の両方に、独立した真空排気系を備えている。

## 【 0 0 6 8 】

例えば、図 1 1 におけるプラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 2 6 1 が  $400\text{ mm} \times 500\text{ mm}$  の大きさであり、この多孔板中に開口径  $2\text{ mm}$ 、孔長  $10\text{ mm}$  の円筒形の酸素ラジカル通過孔（貫通孔）1 9 3 が 1 0 0 個開口されているとする。ここで、流量  $1\text{ SLM}$  の酸素ガスをプラズマ生成領域に供給し、基板 3 0 が設置されている成膜領域の圧力が  $30\text{ Pa}$  になるように第 2 の真空排気 2 8 0 側で排気制御をし、第 1 の真空排気 2 7 0 を行わないとき、多孔板を境にして酸素プラズマ生成領域 1 7 4 側の圧力は  $58\text{ Pa}$  程度になる。

## 【 0 0 6 9 】

ここでさらに、酸素ガスの流量を  $3\text{ SLM}$  とし、成膜領域の圧力が  $60\text{ Pa}$  になるように第 2 の真空排気 2 8 0 側の排気制御を行い、第 1 の真空排気 2 7 0 を行わないと、多孔板を境にして酸素プラズマ生成領域 1 7 4 側の圧力は  $100\text{ Pa}$  を超えてしまう。酸素プラズマ生成領域 1 7 4 が  $100\text{ Pa}$  を超えると、プラズマ領域で生成された酸素原子イオン、酸素分子イオン、電子、酸素原子、励起酸素原子、励起酸素分子、酸素分子、及びオゾン等の内、衝突によって消滅しやすい種が減少し、成膜領域に供給される酸素ガス（ラジカル、励起種を含む）中での励起酸素原子、励起酸素分子、酸素原子の比率が低くなり、酸素分子の比率は高くなって、上述したような問題が発生する。

## 【 0 0 7 0 】

しかしながら、ここで、第 1 の真空排気 2 7 0 を作動させ、第 2 の真空排気と独立の制御を行うと、酸素プラズマ生成領域 1 7 4 の圧力を所望の圧力に調整す

ることができる。例えば、上記の例で、酸素プラズマ生成領域ガスの流量を 3 SLM、成膜領域の圧力を 58 Pa とした場合でも、酸素プラズマ生成領域 174 の圧力を 70 Pa 等任意の圧力に設定することができる。

## 【 0 0 7 1 】

酸化シリコン膜の形成方法は以下の通り。ここでは開口径 2 mm で長さ 10 mm の円筒形酸素ラジカル通過孔（貫通孔）が 100 個開口された 400 mm × 500 mm の多孔板を用いた例を示す。酸素ラジカル通過孔（貫通孔）同士の距離は、図 2 の D に相当する距離が約 46 mm、D' に相当する距離が約 36 mm、D' に相当する距離が約 58 mm である。真空排気された CVD チャンバー内に、高周波印加電極 11 に設けられたガス供給孔を通して 2 SLM の流量で酸素ガス 150 を導入して、基板 30 付近の圧力が 60 Pa になるように第 2 の真空排気 280 の排気能力を制御する。

## 【 0 0 7 2 】

第 1 の真空排気 270 を用いない場合、プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 261 を境にしてプラズマ生成領域側の圧力は約 90 Pa となるが、第 1 の真空排気 270 を用いて、プラズマ生成領域側の圧力を 70 Pa に制御する。

## 【 0 0 7 3 】

次に、高周波印加電極 11 に高周波電力を印加して酸素プラズマを形成する。酸素プラズマ生成領域 174 は電氣的に接地されたプラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 260 によって高周波印加電極 11 との間に効率よく閉じ込められているため、酸素プラズマ生成領域 174 中でのプラズマ密度が  $10^8 \sim 10^{10} \text{ cm}^{-3}$  程度であるのに対し、プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 261 と基板 30 の間の領域のプラズマ密度は  $10^4 \text{ cm}^{-3}$  以下となっている。即ち、酸素プラズマ生成領域 174 中では電子、酸素原子イオン、酸素分子イオン、酸素原子、励起酸素原子、励起酸素分子、酸素分子、及びオゾン等が存在するが、プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 261 と基板 30 の間の領域に達する電子及びイオンの量は無視できる程度である。

## 【 0 0 7 4 】

従って、成膜領域に噴射されるモノシランガス 1 4 0 と反応して酸化シリコン膜成膜に寄与するのは、酸素原子、励起酸素原子、励起酸素分子、酸素分子、及びオゾンである。これらの励起種及びラジカルを含む酸素ガス 2 1 0 は酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 3 を通って成膜領域に拡散し、プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 2 6 1 から流量 5 S C C M で噴射されたモノシラン 1 4 0 と反応して  $\text{SiO}_x$ 、 $\text{SiO}_x\text{H}_y$ 、 $\text{SiH}_y$  等の酸化シリコン前駆体を形成して、基板 3 0 上に酸化シリコン膜が形成されることになる。

## 【 0 0 7 5 】

ここで、プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 2 6 1 から噴射されたモノシラン 1 4 0 は、酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 3 付近にも到達するが、多孔板を境にしてプラズマ生成領域側と成膜領域側では約 1 0 P a の圧力差が存在しているため、酸素ラジカル通過孔（貫通孔） 1 9 3 を通って酸素プラズマ生成領域 1 7 4 側へ通り抜けることはほとんどない。モノシランガスが直接プラズマ分解されることが抑制されているため、水素や励起水素が成膜領域での気相反応に寄与することはほとんどなく、形成される酸化シリコン膜中に含有される H や O H の量も低く抑えられる。

## 【 0 0 7 6 】

なお、図 1 1 中の H に相当する距離は 1 0 0 m m であり、前述の距離 D、D' および D'' の 2 倍以上であるため、励起種およびラジカルを含む酸素ガス 2 1 0 や気相で形成された酸化シリコン前駆体の基板上面内分布は均一となり、基板 3 0 上に面内均質な酸化シリコン膜を形成することができる。モノシランガス 1 4 0 の基板面直上分布をさらに均一にする場合には、図 1 0 に示すプラズマ閉じ込め多孔板 2 5 0 のように、その中空部に拡散板を設ければよい。さらに、前述したように、プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ 2 6 0 と基板 3 0 の間のプラズマ密度は非常に低くなっているため、通常の平行平板プラズマ C V D に比べて基板 3 0 へのプラズマダメージは非常に低くなっている。この効果は、基板表面が M O S 界面を形成するシリコン表面の場合には顕著に現れ、通常の平行平板プラズマ C V D で単結晶シリコン基板上に酸化シリコン膜を形成した場合にその M O S 界面準位密度がミッドギャップ付近で  $1 0^{11} \sim 1 0^{12} \text{ cm}^{-2}$

$2 \text{ e V}^{-1}$  であるのに対し、本リモートプラズマCVDで酸化シリコン膜を形成した場合には  $10^{10} \text{ cm}^{-2} \text{ e V}^{-1}$  台の低界面準位密度となる。

## 【0077】

以上の例においては、 $400 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ の多孔板、または $400 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ のプラズマ閉じ込め多孔板、または $400 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ のプラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタに、開口径 $2 \text{ mm}$ 、孔長 $10 \text{ mm}$ の円筒形の酸素ラジカル通過孔（貫通孔）を $100$ 個開口した例を中心に説明したが、開口径、開口長、開口数、多孔板形状などは本発明の特許請求の範囲に記載された範囲であれば、どのような値をとっても良い。例えば、 $400 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ のプラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタに、開口径 $2 \text{ mm}$ 、孔長 $5 \text{ mm}$ の円筒形の酸素ラジカル通過孔（貫通孔）を $1500$ 個開口したような構成でもよく、この構成では、流量 $1 \text{ SLM}$ の酸素ガスをプラズマ生成領域に供給し、成膜領域の圧力が $30 \text{ Pa}$ になるように真空排気制御をすると、多孔板を境に酸素プラズマ生成領域側の圧力は約 $38 \text{ Pa}$ 程度になる。

## 【0078】

また以上の例において、モノシランの供給手法として、リング状モノシランインジェクタ及び面型の多孔板兼モノシランインジェクタを用いた例について説明したが、棒状インジェクタ、格子状インジェクタ、直線状インジェクタ等、どのような形態であってもよい。

## 【0079】

また、以上の例では、モノシランと酸素を用いた酸化シリコン膜形成を例にあげたが、モノシランの代わりにジシラン等の高次シランやTEOS (Tetraethoxysilane) 等の液体Si原料等でもよく、酸素のかわりに亜酸化窒素、酸化窒素等を用いてもよい。

## 【0080】

さらに、酸化シリコン膜形成を例にあげてCVD成膜の説明を行ったが、モノシランとアンモニアの反応による窒化シリコン膜形成、モノシランと希ガスまたは水素との反応による非晶窒素シリコン膜形成など、他の材料系のプラズマCVD成膜に関しても同様の効果を得ることができる。



【 0 0 8 1 】

加えて、以上の例においては、誘導結合リモートプラズマCVD装置及び平行平板リモートプラズマCVD装置を用いた例について説明したが、プラズマ生成領域と基板処理領域とが空間的に隔離または分離されているプラズマCVD装置であれば、マイクロ波プラズマ、電子サイクロトロン共鳴プラズマ、誘導結合プラズマ、ヘリコン波プラズマを用いたプラズマCVD装置等、どのような形態の装置であっても適用される。

【 0 0 8 2 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明では、リモートプラズマCVDにおいて、プラズマ分解を意図しないガスがプラズマ生成領域に逆流するのを抑制又は防止することができ、プラズマ分解を意図しないガスがプラズマ分解されることによって生ずる不純物が、形成する膜中に含まれるのを抑制又は防止することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明によるリモートプラズマCVD装置の第1の例を示す側面概略図である。

【図 2】

図1に示すリモートプラズマCVD装置で用いられる多孔板を示す平面概略図である。

【図 3】

酸素ガス（ラジカル、励起種を含む）の基板上面内分布を示す図である。

【図 4】

本発明によるリモートプラズマCVD装置の第2の例を示す側面概略図である。

【図 5】

本発明によるリモートプラズマCVD装置の第3の例を示す側面概略図である。

【図 6】

本発明によるリモートプラズマ C V D 装置の第 4 の例を示す側面概略図である。

【図 7】

中空構造のプラズマ閉じ込め多孔板の一例を示す側面概略図である。

【図 8】

図 7 に示す多孔板の上部板及び下部板を示す平面概略図である。

【図 9】

中空構造のプラズマ閉じ込め多孔板の他の例を示す側面概略図である。

【図 1 0】

図 9 に示す多孔板の第 1 及び第 2 の拡散板を示す平面概略図である。

【図 1 1】

本発明によるリモートプラズマ C V D 装置の第 5 の例を示す側面概略図である。

【図 1 2】

従来の平行平板リモートプラズマ C V D 装置の一例を示す側面概略図である。

【図 1 3】

図 1 2 に示す C V D 装置の動作を示す側面概略図である。

【図 1 4】

従来の平行平板リモートプラズマ C V D 装置の他の例を示す側面概略図である。

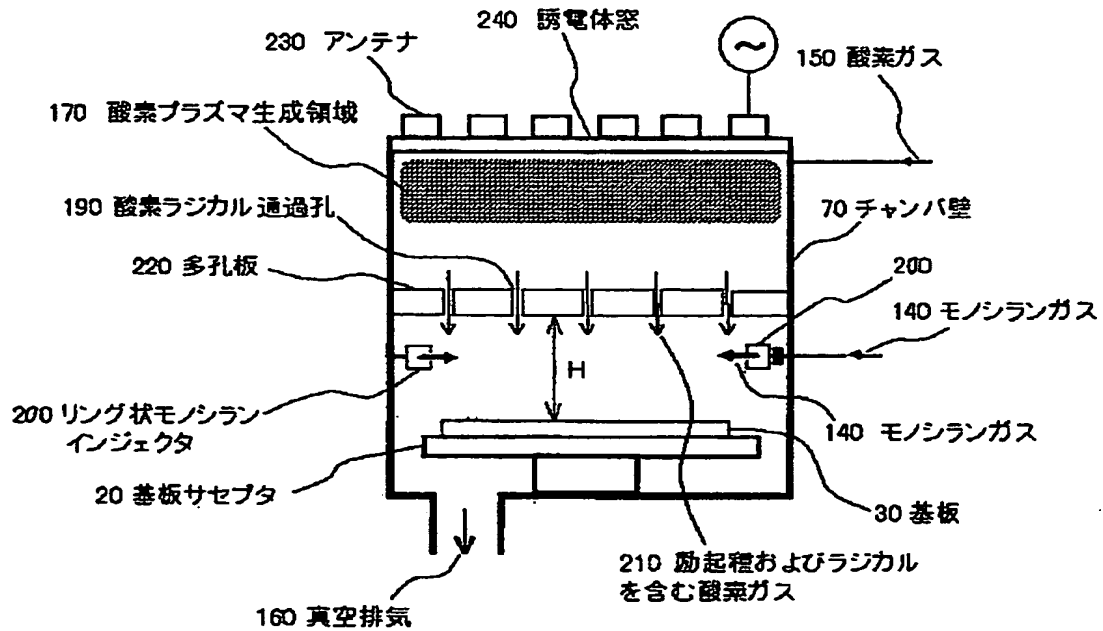
【符号の説明】

- 1 0、1 1 高周波印加電極
- 2 0 基板サセプタ
- 3 0 基板
- 4 0 励起種及びラジカルを含む第 1 のガス
- 5 0、5 1 ラジカル通過孔
- 6 0 プラズマ
- 7 0 チャンバ壁

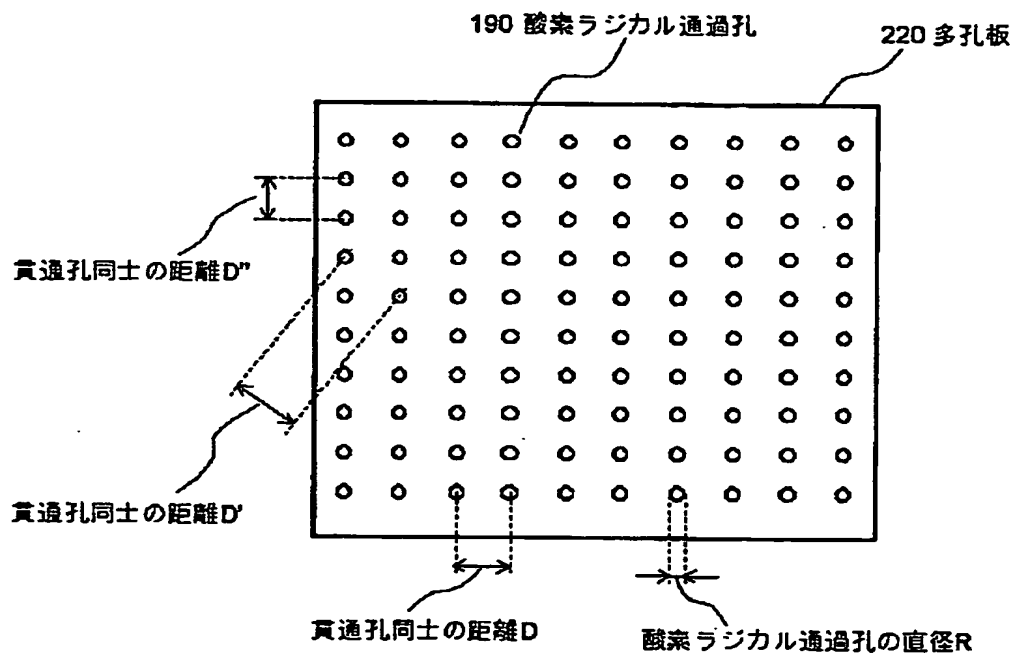
- 8 0、8 1、8 2 プラズマ閉じ込め電極
- 9 0 中性ガス噴射孔
- 1 0 0 第 1 のガス
- 1 1 0 第 2 のガス
- 1 2 0、1 2 1 モノシラン噴射孔
- 1 3 0、1 3 1、1 3 2、1 3 3 逆流するモノシラン
- 1 4 0 モノシランガス
- 1 5 0 酸素ガス
- 1 6 0 真空排気
- 1 7 0、1 7 1、1 7 2、1 7 3、1 7 4 酸素プラズマ生成領域
- 1 8 0 モノシランインジェクタ
- 1 9 0、1 9 1、1 9 2、1 9 3 酸素ラジカル通過孔（貫通孔）
- 2 0 0 リング状モノシランインジェクタ
- 2 1 0 励起種及びラジカルを含む酸素ガス
- 2 2 0 多孔板
- 2 3 0 アンテナ
- 2 4 0 誘電体窓
- 2 5 0 プラズマ閉じ込め多孔板
- 2 6 0、2 6 1 プラズマ閉じ込め多孔板兼モノシランインジェクタ
- 2 7 0 第 1 の真空排気
- 2 8 0 第 2 の真空排気
- 2 9 0 第 1 の真空計
- 3 0 0 第 2 の真空計
- 3 1 0 プラズマ閉じ込め多孔板上部板
- 3 2 0 プラズマ閉じ込め多孔板下部板
- 3 3 0 第 1 の拡散板
- 3 4 0 第 2 の拡散板
- 3 5 0 モノシラン拡散通過孔
- 3 6 0 中空部

【書類名】 図面

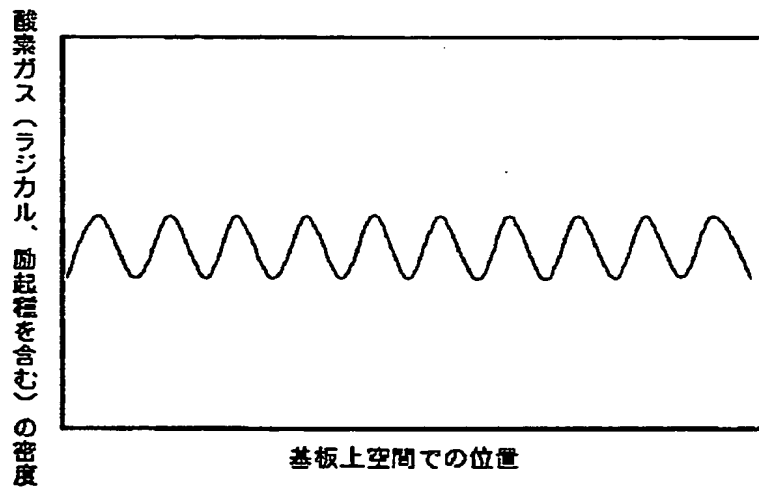
【図 1】



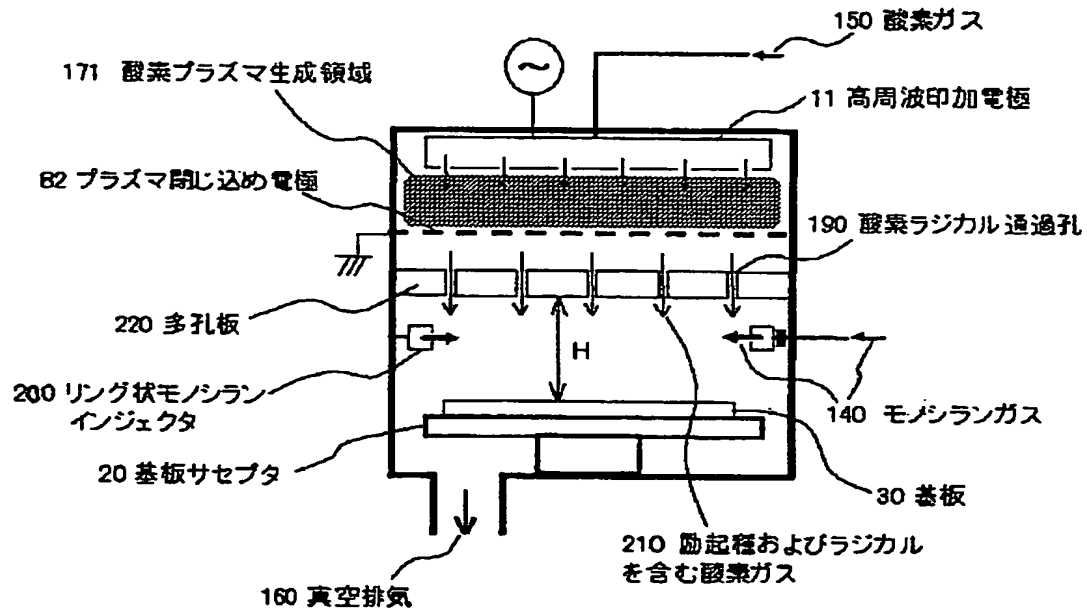
【図 2】



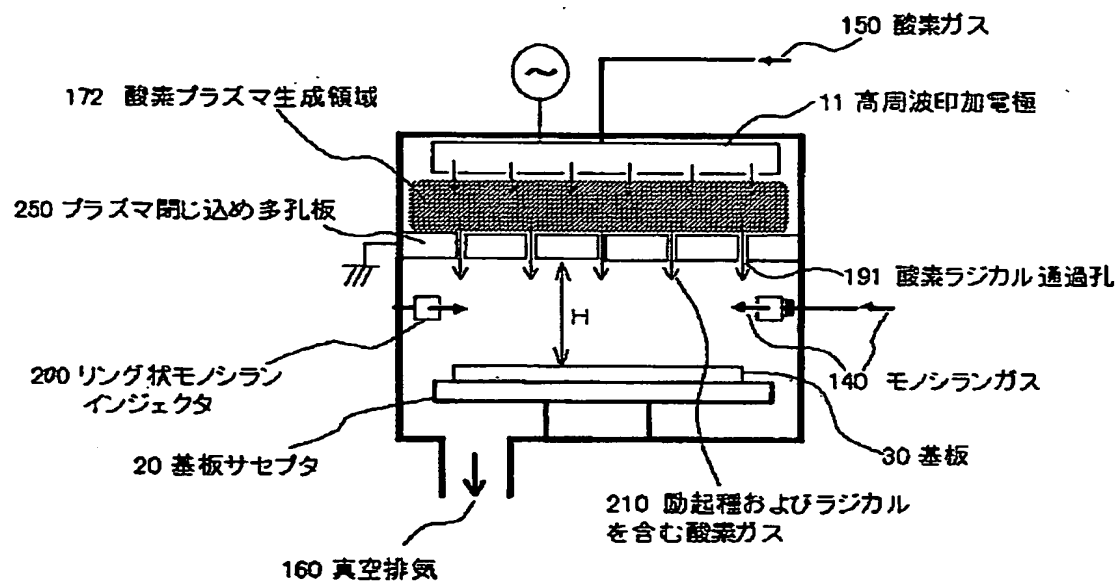
【図 3】



【図 4】

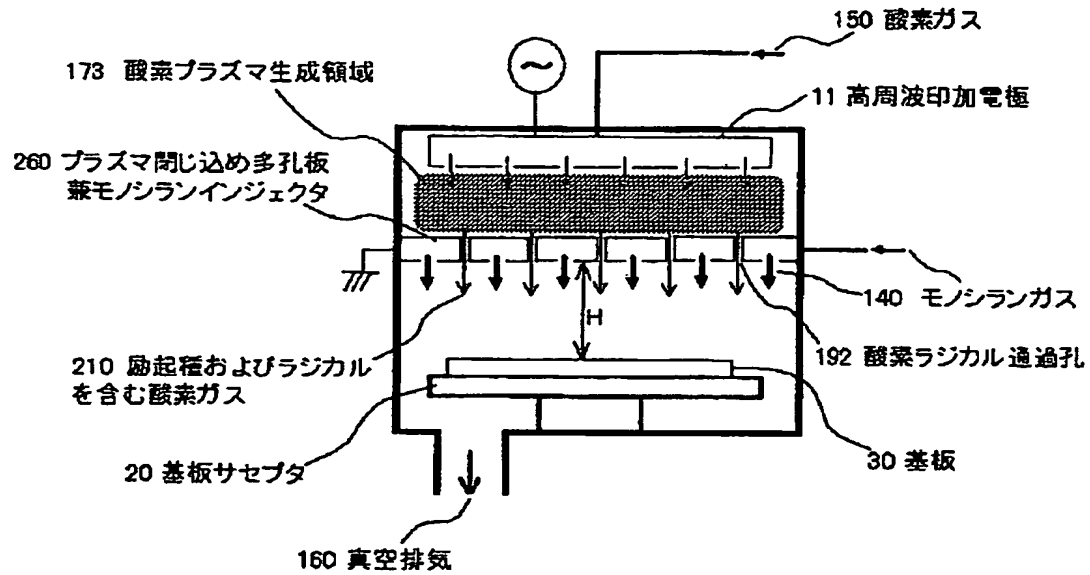


【図 5】

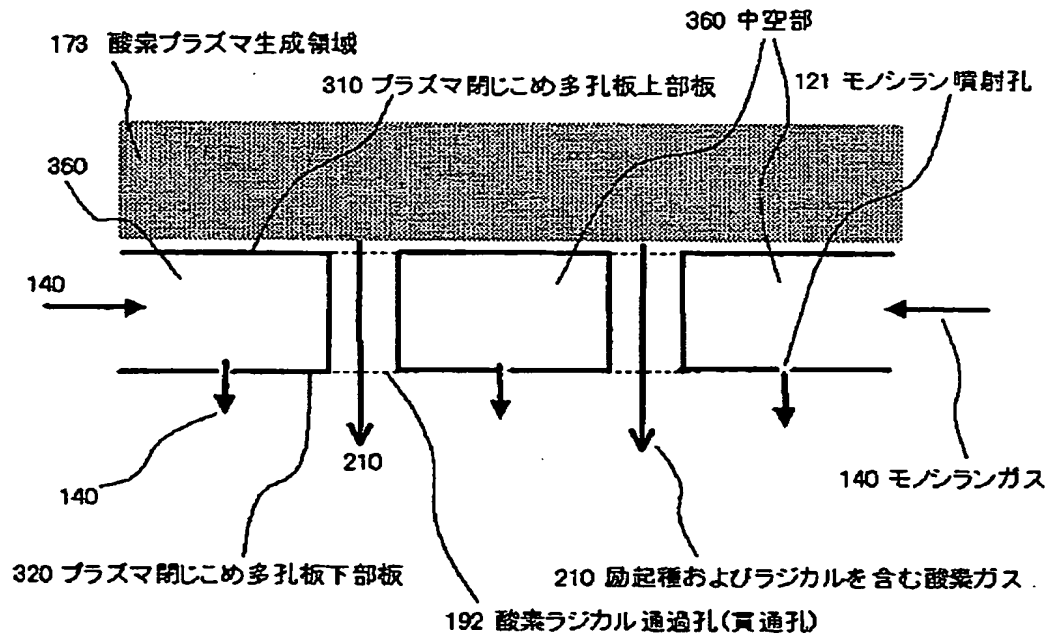




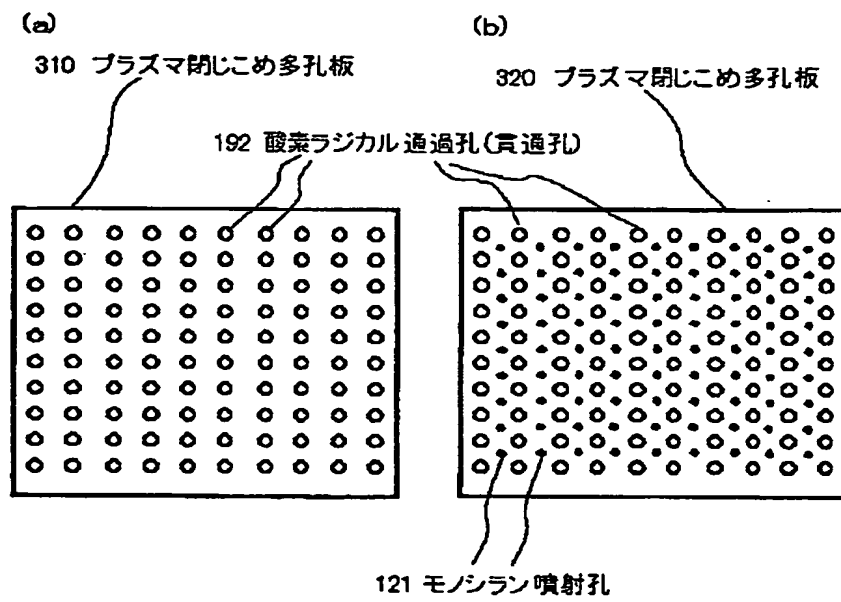
【図 6】



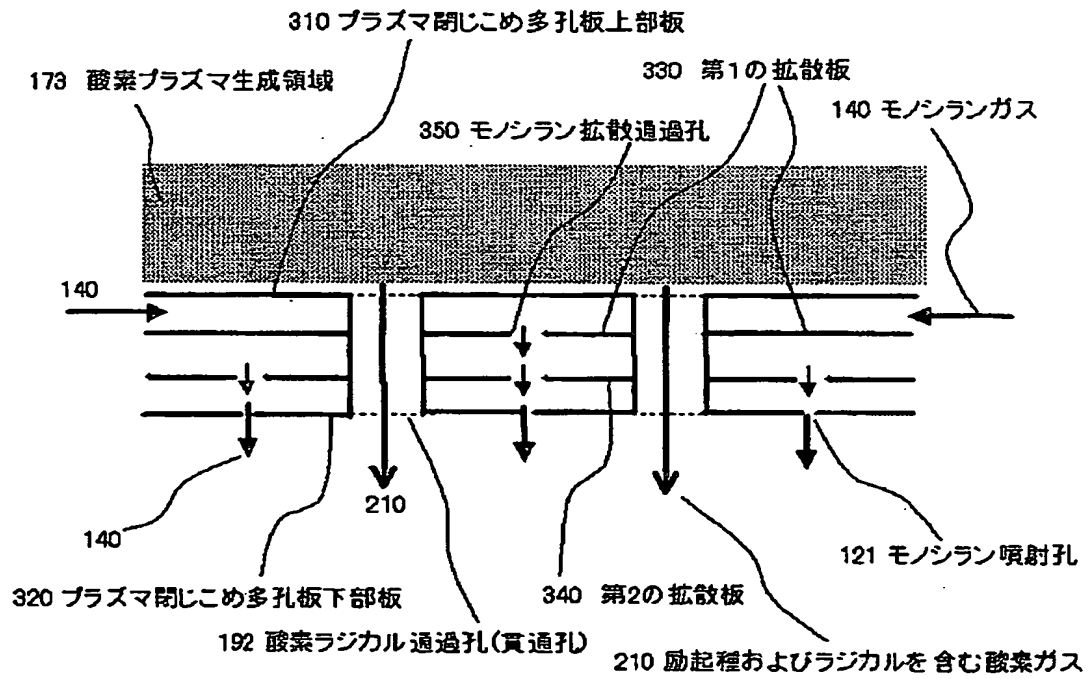
【図 7】



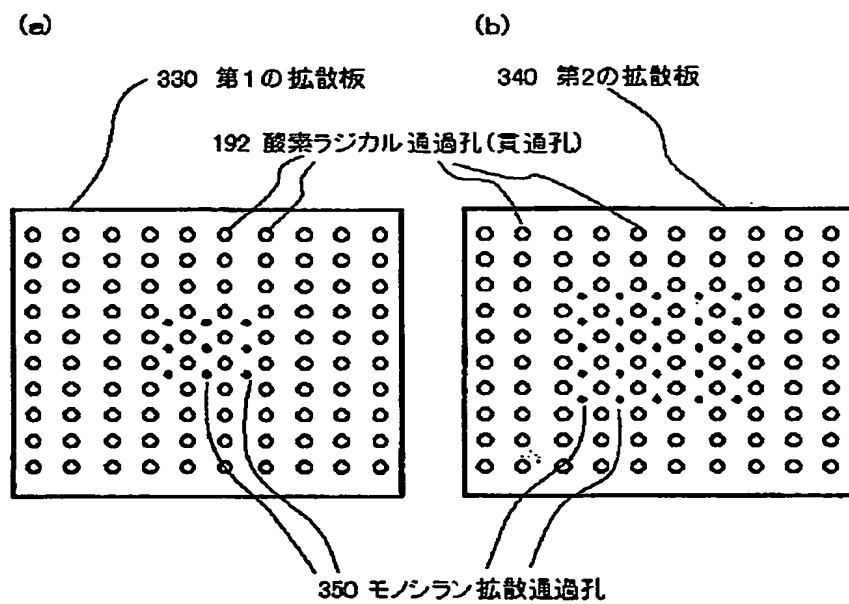
【図 8】



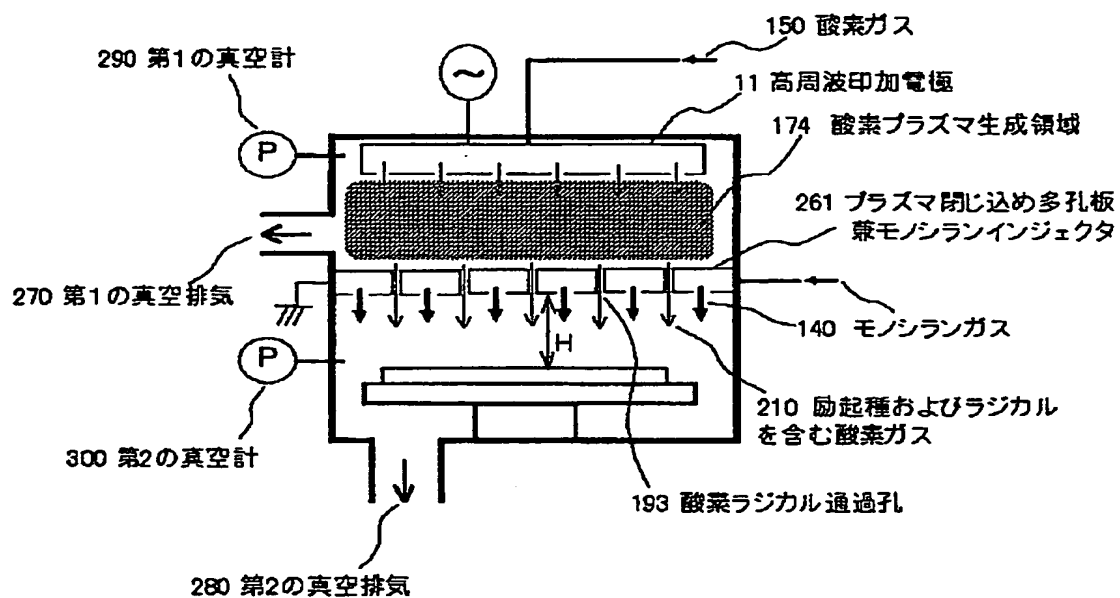
【図 9】



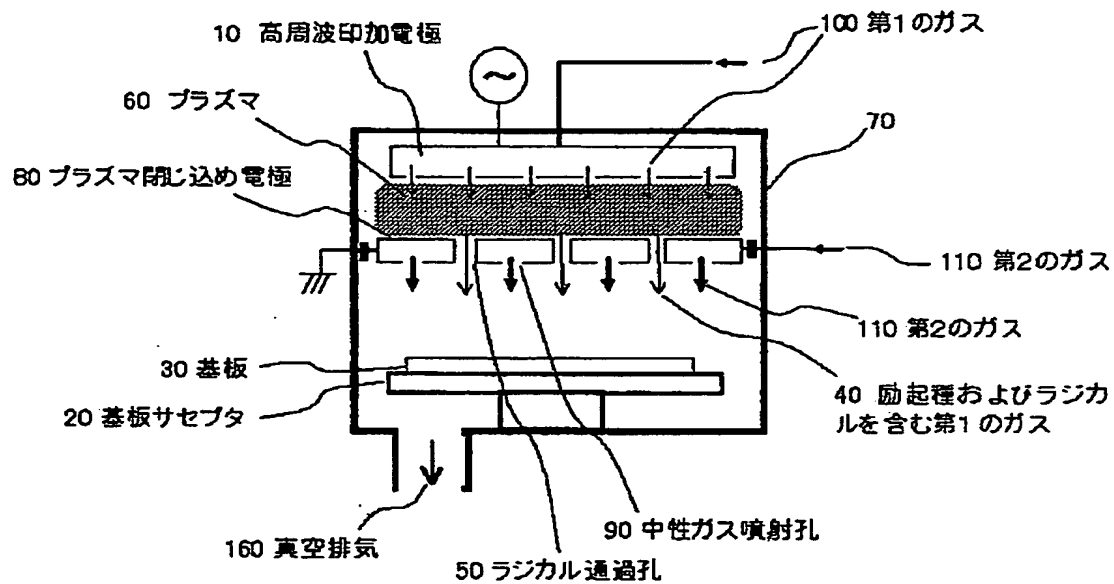
【図 1 0】



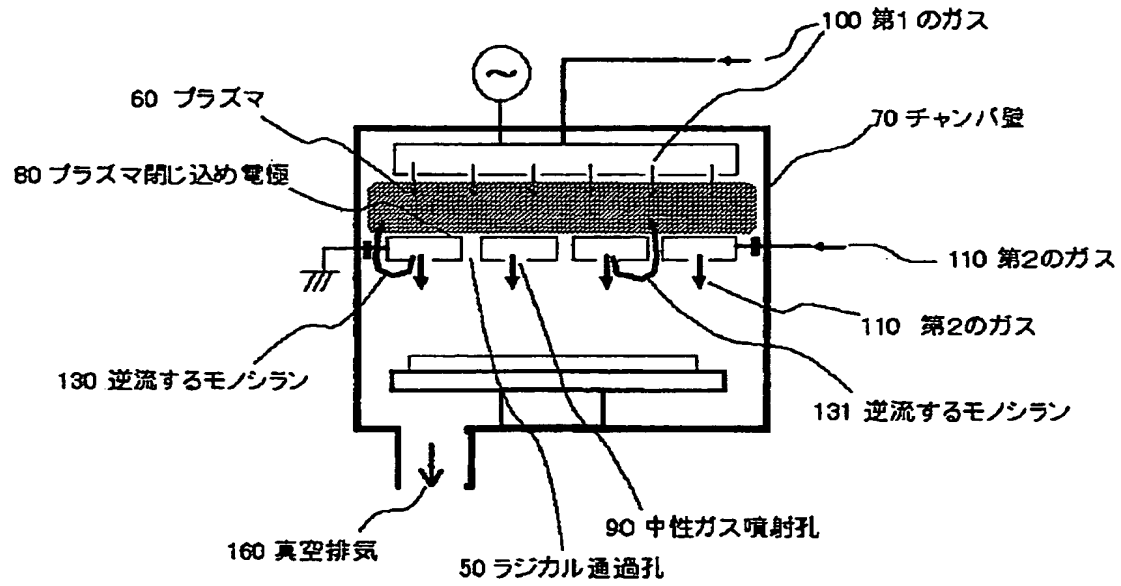
【図 1 1】



【図 1 2】

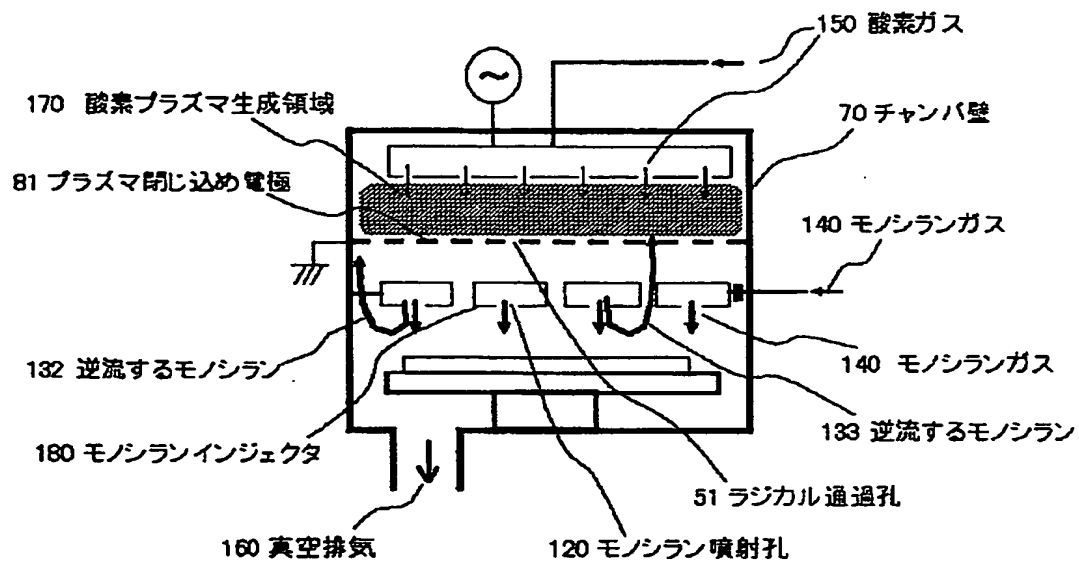


【図 1 3】





【図 1 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 リモートプラズマCVD成膜において、プラズマ分解を意図しないガスをプラズマ生成領域に逆流させないようにする。

【解決手段】 第1のガスをプラズマ生成領域に供給し、第1のガスの励起ガスと非励起ガスをプラズマ外の成膜領域で導入される第2のガスと反応させて成膜を行う際、第2のガスをプラズマ生成領域に逆流させないための多孔板をプラズマ生成領域と第2のガスの供給部との間に配置する。また、多孔板の配置によってプラズマ生成領域の圧力設定の自由度が低くなるのを解決するため、多孔板を境にしてプラズマ生成領域側及び成膜領域側にそれぞれ独立した圧力調整機構を備えるようにしてもよい。

【選択図】 図 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 4 2 3 7 ]

|          |                     |
|----------|---------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 2 9 日 |
| [ 変更理由 ] | 新規登録                |
| 住 所      | 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号   |
| 氏 名      | 日本電気株式会社            |

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000227294]

|          |                 |
|----------|-----------------|
| 1. 変更年月日 | 1995年11月24日     |
| [変更理由]   | 名称変更            |
| 住 所      | 東京都府中市四谷5丁目8番1号 |
| 氏 名      | アネルバ株式会社        |